

(仮称) 夏井高架橋における i - B r i d g e への取組み

三井住友建設(株) 正会員 ○大野 寛太
 三井住友建設(株) 正会員 吉野 正道
 三井住友・安部日鋼・日本ピーエスJV 宮田 敏
 三井住友・安部日鋼・日本ピーエスJV 正会員 工修 五味 傑

キーワード：ICT，プラットフォーム，生産性向上

1. はじめに

国土交通省では、橋梁建設におけるあらゆるプロセス（調査・測量，設計，施工，検査，維持管理）においてICTを活用して生産性・安全性を向上させる「i-Bridge」への取組みに着手している。国道45号夏井高架橋工事では、i-Bridgeの実現に向けた取組みとして、UAV，自動追尾トータルステーション，写真計測技術，GNSS，モバイル端末などを活用したさまざまなICTを導入し，橋梁建設現場における施工管理と検査の省力化を図っている¹⁾。本稿では，その取組み状況と個々のICTの概要および導入による効果を記すとともに，本工事で構築した各種ICTのデータを一元管理するトータル管理システムの概要を述べる。

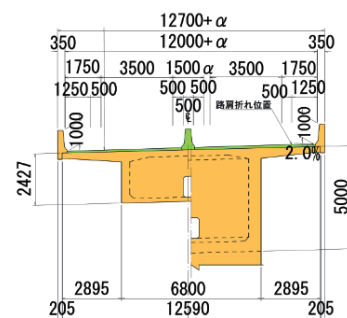
2. 概要

2.1 橋梁概要

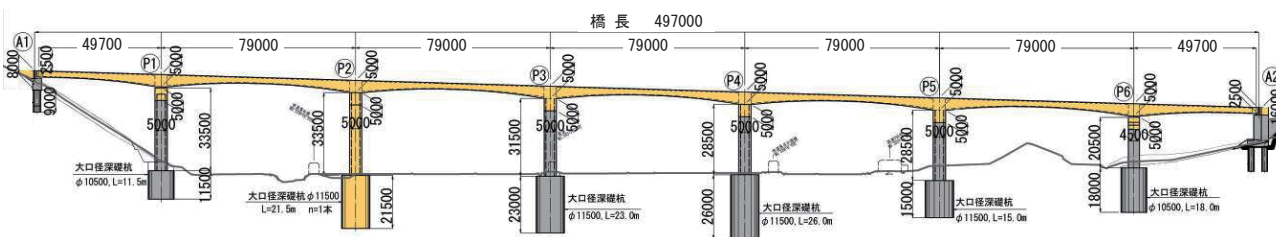
夏井高架橋の概要を表-1，構造図を図-1に示す。本橋は標準的な箱桁断面であり，移動作業車を用いた張出し架設で施工される。張出し架設では，型枠組立て，鉄筋・PC鋼材組立て，コンクリート打設などの施工管理や検査の段取り作業をサイクル施工の中で何度も繰り返し行うことになる。このため，筆者らは，より有効なICTを本工事に導入することで，現場職員の業務負担が軽減し，省力化が図られると考えた。

表-1 橋梁概要

工事名	国道45号 夏井高架橋工事
発注者	国土交通省 東北地方整備局
工事箇所	岩手県久慈市夏井町
工期	H28/4/1~H30/9/28
構造形式	PC7径間連続ラーメン箱桁橋
橋長	497.0m
有効幅員	11.300m~16.052m



標準断面図 (P1-P5)



側面図

図-1 構造図



図-2 ICTの全体概要図

3. 各種ICTの概要

本橋で適用したICTの概要を以下に示す。

3.1 橋梁3次元モデル作図システム²⁾

施工計画時に、設計データを活用して高精度かつ簡易にモデリングできる橋梁3次元モデル作図システムにより主桁の3次元モデルを作成した。このモデルを、PC鋼材の干渉チェックや、UAV測量による地形データと組み合わせた施工中・完成イメージ動画や模型の作成に使用した。これらは、施工検討や地域住民への説明手段として有効に活用できた。

3.2 自動追尾トータルステーションによる位置計測システム

独自に作成したスマートフォン専用アプリで自動追尾トータルステーション（以下、TS）を制御し、計測結果を自動調書化することにより、PC上部工の施工管理で行う測量業務を省人化するシステムを開発、導入した。適用した計測項目は、張出しブロック型枠セット、PC鋼材配置高さ、かぶり厚、橋面高さである。各項目の具体的な実施内容について以下に示す。

(1) 張出しブロック型枠セット

型枠セット位置は、一般的にはレベルやトランシットを用いて複数人で測量している。本工事ではTSを用いて1人で測量できる本システムを適用し、施工管理業務の省力化を図った（写真-1）。専用アプリには、あらかじめ設計座標や上げ越し量などのデータを計画値として読み込み、これを基に自動的にTSが計測点を視準するように制御し、リアルタイムにスマートフォンの画面に計画値と計測値の誤差を表示させた。測量作業は、①型枠の各測点にプリズムを設置、②既設ブロック上にTSを自動整準で据付、③基準点観測（後方交会）



写真-1 型枠セット測量状況

により器械座標算定、④型枠高さを調整しながら各測点を順次自動計測の手順で実施した。型枠の高さを調整している間も、型枠上の測点を常時計測し続けるため、1人で測量できるだけでなく測量時間も短縮でき、大幅な省力化が図られた。今回は、事前の計画値データ作成を手動で行ったが、今後は自動化を目指して改良する予定である。

(2) PC鋼材配置高さおよびかぶり厚

PC鋼材の配置高さやかぶり厚の検測は、通常はコンクリート天端高さに水糸などを張り、シース管や鉄筋までの下がり量をスケールで目視計測して調書に手書きで記入するため、検測作業と調書作成に手間と時間を要している。そこで本工事では、TSを用いた計測方法によって省力化と計測精度向上を図った。本システムは、TSにより既設ブロック上と小口型枠上をそれぞれ計測



写真-2 PC鋼材配置高さ検測状況

した上で、専用アプリの自動計算により、シース管や鉄筋を計測すると瞬時に天端からの下がり量が算出され画面表示できるものである。また、計測データは無線でクラウド上に転送し、自動調書出力させる仕様とした。なお、事前のキャリブレーションにより、計測誤差がないことを確認しており、発注者の立会検査でも適用している（写真-2）。

(3) 橋面高さ

張出し施工中の橋面高さ測量にも、1人で測量できる本システムを適用し、省力化を図った。計測データは、専用の上げ越し管理ソフトにより自動的に上げ越し管理グラフとして出力し、計画値との比較検証に利用した。

3.3 出来形検測システム

一般的に、コンクリートの出来形検測は、毎ブロックの小口断面寸法をスケールや巻尺により計測し、調書に手書きで記入している。本工事では、省力化への試みとして、大型デジタルノギスやデジタルスケールとスマートフォンを無線通信させ、ワンタッチで計測データを取り込み、調書出力まで自動的に行うシステムを開発、導入した。本システムでは、検測そのものの時間は従来と変わらないが、調書への手書き記入とパソコンでの手入力の手間が省けるため、一定の省力化を図ることができた。また、PC鋼材配置高さ検測と同様に本システムも発注者の立会検査で適用し、有効活用している（写真-3）。今後は、検測作業も自動化できる計測システムの開発が課題である。



写真-3 出来形検測状況

3.4 GNSSクレーン監視システム

前述の3次元モデルを活用して、国道395号に隣接する施工ヤードでのクレーン作業において、国道上へのブームの侵入を防ぐ対策として、GNSSでクレーンブームの位置を監視するシステムを適用した。本システムは、ブーム先端に設置したGNSSアンテナがあらかじめ設定した制限範囲に接近、侵入すると警報を発する仕様としている。事務所のパソコンでは、専用ソフトウェアによりブームと制限範囲との位置関係を3Dバーチャル空間上で瞬時に確認することができる。

3.5 その他のICT

その他、本工事では、SLAM（自己位置推定と環境地図作成を同時に行う技術）を用いた外ケーブル定着体および偏向管の位置確認システム、床版コンクリートの仕上げ精度を可視化できるAR床版仕上げ管理システム、可視光通信計測システムを用いた橋面高さ変動のモニタリングの各技術を試験的に導入し、現場での適用性を実証確認している。

4. トータル管理システムの概要

4.1 プラットフォーム

本工事の施工管理にはさまざまなICTを導入しており、関連するデータも多岐にわたることから、各システム一連のデータを共通のプラットフォーム上で一元的に管理し、すべての関係者間で情報を共有できるシステムを構築した。プラットフォームはウェブ上に構築しており、視覚的にわかりやすく直感的に操作できるユーザーインターフェースとしている(図-4)。使用者のIDは、登録や編集が可能な管理者権限と閲覧のみが可能な閲覧者権限に分けており、前者は作業所の職員、後者は発注者を含む工事関係者をイメージしている。管理画面には、左側に現場に導入しているICTの一覧をメニュー表示させ、実施項目が一目で分かるように工夫している。メニューからICTの名称を選択すると、システム概要書やマニュアルのデータ、入出力データおよび成果品データをダウンロード、閲覧することができる。

4.2 調書管理システム

プラットフォームのメニューの中に、検査などの調書を箇所別、工種別に格納する調書管理システムを組み込んだ(図-5)。各種調書データは、ウェブを介してどこからでも登録・閲覧することができるため、常に最新のデータを関係者間で共有できる。本システムを利用し、前述のPC鋼材配置高さ検測や出来形検測の調書データは、自動出力されると同時に自動格納させることで管理業務の効率化を図っている。今後は、検査自体をタブレット上の電子調書で実施し、瞬時に格納できるシステムへの改良を予定している。

5. まとめ

本工事では、橋梁建設現場の生産性向上に向けた新しい試みとして、各種ICTを導入し、現場での適用性や効果を確認した。十分な効果が確認できたシステムもまだ課題が残されたシステムもあるが、総じて一定の成果は得られたと考えている。また、トータル管理システムに格納された各種データは、構造物の維持管理に利用することも視野に入れ、実橋での適用をさらに進めてシステム運用を最適化していく予定である。今後は、本工事で構築したトータル管理システムと発注者が発行している工事書類提出システムとの連動や、現場職員の負担が大きい配筋検測や出来形検測の自動化システムを構築することなどが課題である。本稿が将来的な「i-Bridge」発展の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 吉野, 大野, 平, 戸倉: i-Bridgeの実現に向けて - 国道45号 夏井高架橋工事での取組み -, 土木施工, Vol. 59, No. 1, pp. 73-76, 2018
- 2) 五味, 宮田: 国道45号(仮)夏井高架橋の施工, 第26回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 611-614, 2017



a) ログイン画面



b) メニュー画面

図-4 プラットフォームの管理画面

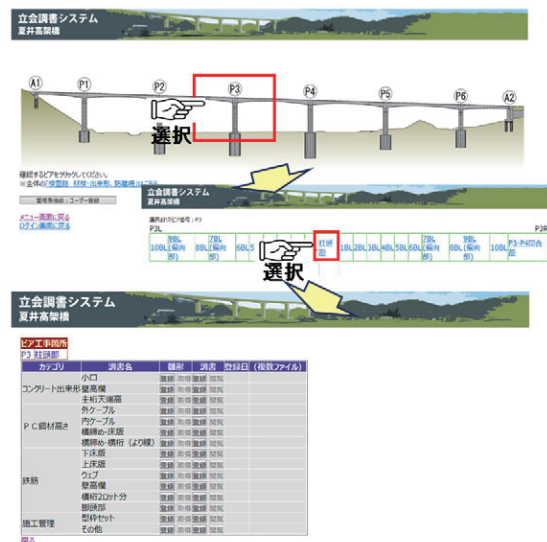


図-5 調書管理システムの管理画面